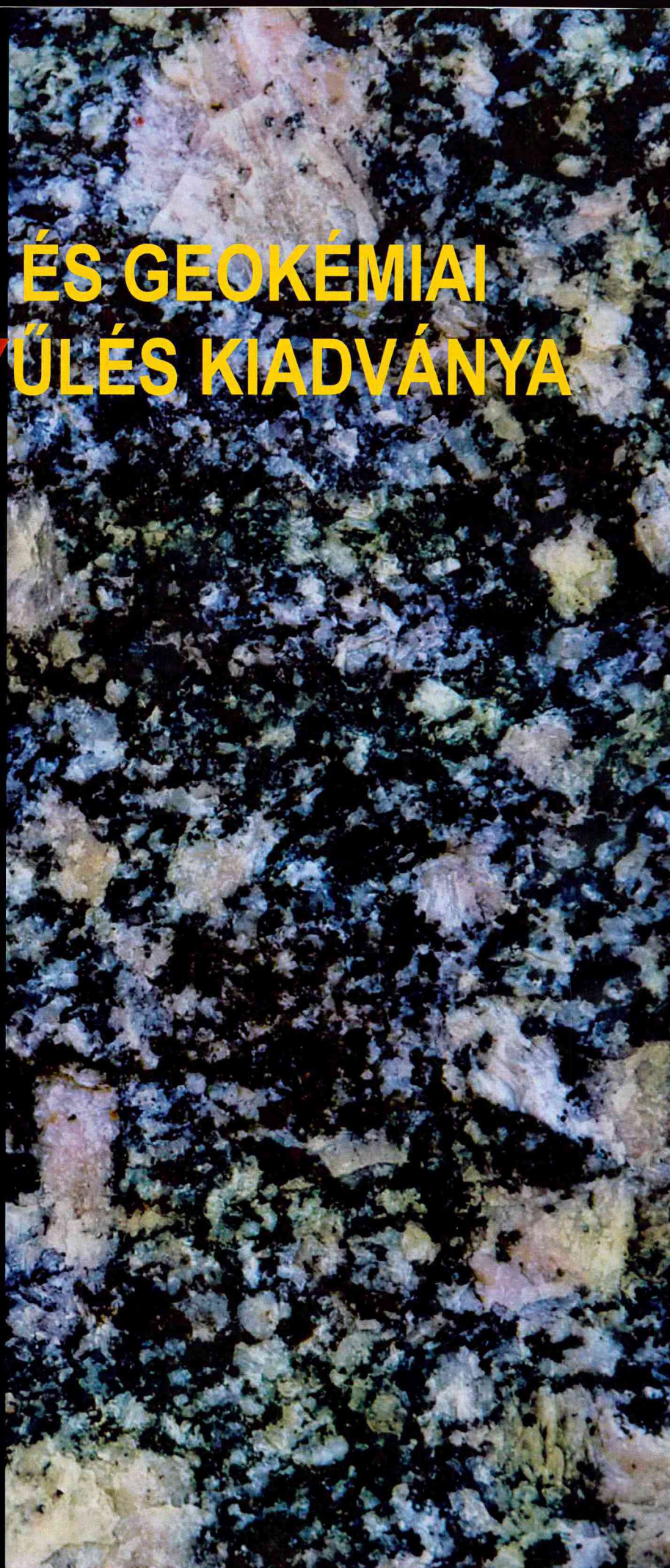


# IV. KÖZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VÁNDORGYŰLÉS KIADVÁNYA

*Orfű, 2013. szeptember 12-14.*





## **A Mórággy Gránit Formáció geotechnikai és földtani jellemzőinek kapcsolata a kőzettest osztályozásban, valamint a laboratóriumi kőzetmechanikai mérések és a kőzetékek modellezésének területén**

### **Geotechnical characterization of Mórággy Granite Formation – Rock mass classification, rock mechanical characterization and wedge analyses on the strength of geological patterns**

SOMODI GÁBOR<sup>1</sup>, KOVÁCS LÁSZLÓ<sup>1</sup>, ISTOVICS KRISZTINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kőmérő Kft., 7633, Pécs, Esztergár Lajos u. 19.

somodigabor@komero.hu, kovacslaszlo@komero.hu;

<sup>2</sup>Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék, Egyetem u. 2.

krisztina\_90@freemail.hu

#### **Összefoglaló**

A Bábaapátiban lezajlott felszíni kutatás óta elvégzett munkák egyre több információt szolgáltattak, és ez új, számszerűsíthető oldaláról is engedte a tárolókőzet megismerését. Az utóbbi évek során lezajlott geotechnikai kutatások és értékelések eredményeinek egy részét szeretné bemutatni az alábbi cikk.

A fúrásokhoz kapcsolódó geotechnikai minősítés és a fúrómagmintákon elvégzett laboratóriumi mérések eredményeinek leíró statisztikai és korrelációs jellemzését 2009 óta több kutatási jelentés is tartalmazta. A kőzettest osztályozás (jelen esetben RMR osztályozás) eredményei alapján négy csoportra különül el a Mórággy Gránit Formáció: monzogranit, monzonit, a kettő keveredésével létrejött csoportra és a teléres megjelenésű kőzetekre. Ugyanakkor az egyes kőzetmechanikai laboratóriumi vizsgálati típusokon belül a diszkriminancia analízis alapján a kőzettípusok lényegében nem ismerhetők fel. Az eloszlásvizsgálatok során néhány paraméter esetében lehetővé vált a kőzettani elkülönítés, elsősorban akkor, ha a monzonit és a monzogranit típusú kőzeteket külön vizsgáltuk. A szilárdsági, rugalmassági és kőzettest osztályozási vizsgálatok alapján a monzonit típusú minták általában magasabb értékeket értek el.

A tárolókamrák tervezése során vizsgálni kellett a lehetséges kialakuló ékeket, amelyek a tervezett további kamrák stabilitását jelentősen befolyásolják. Ennek során a vágatléptékben fontos törések orientációinak és a törések hosszúságának vizsgálata került előtérbe. Az alagutak stabilitásában viszont a geotechnikai dokumentálás által nem rögzített, hosszabb törések is szerepet játszhatnak, amelyekről elsősorban a geológiai térképezés adott információt.

A törések orientációját vizsgáltuk a kitöltőanyag-vastagságok függvényében is, így a vágatdokumentációs jelentések eredményeit alátámasztva kijelenthetjük, hogy a kettő között kapcsolat van. A vizsgálatok alapján a különböző irányú törésfelületekhez különböző nyírószilárdság paraméterezés rendelhető.

#### **Kulcsszavak**

Geotechnikai minősítés, kőzetmechanika, geostatistika, tagoltságok paraméterezése, radioaktív hulladéktároló.

#### **Abstract**

Between 2004 and 2012 huge amount of information were collected in the National Radioactive Waste Repository projects that allow the researchers and the designers to get to know the host rock more precisely.

The analysed geotechnical information contains dataset of the rock mechanical laboratory tests and the rock mass characterisation of drilling cores which were collected during the construction of the whole waste disposal project. On the basis of the results of rock mass ratings we can divide the rock types of Mórággy Granite Formation to four main geotechnical types: monzogranite, monzonite, hybrid made from the mixtures of these two and vein-type, near dyke rocks. Although according to discriminant analysis in point of laboratory measurements rock types are not recognizable, only as monzonite and monzogranite groups.

In aspect of underground excavations the geotechnical investigation bring into focus the fracture geometry according to the size of the excavation geometry. In our investigation those fractures which are in the size of tunnel scale are important. However, these results were influenced by tunnel size and don't include those fracture size, which may allow to shape larger wedges and geological mapping have more focus on identifying fracture continuity between consecutive tunnel faces and different tunnels.

Fracture analyses have revealed the correlation between the thickness of the filling material and orientation of fractures. These results lead us to characterize joints of different orientation with different shear strength parameters.

### **Keywords**

Geotechnical characterization, rock mechanical laboratory tests, wedge analyses, joint condition parameters, radioactive waste repository.

## **Bevezető**

Ebben az összefoglaló előadásban szeretnénk betekintést nyújtani a radioaktív hulladékelhelyezés keretén belül elvégzett geotechnikai kutatások eredményein keresztül, az utóbbi évek geotechnikai értelmezéseiben felhasznált földtani információk széles köréről, felhasználhatóságáról és fontosságáról.

## **1. Kőzettest osztályozás eredményeinek vizsgálata**

A Mórágvi Gránit Formáció kőzetmechanikai adatainak statisztikai feldolgozását 2009-ben Geiger et al. [1] kutatási jelentésben ismertette. A kivitelezett munkák egyre több információt szolgáltatottak, és ez új, számszerűsíthető oldaláról is engedte megismerni a tárolóközetet.

A feldolgozások célja a fúrásokhoz kapcsolódó, időközben kibővült kőzetmechanikai, geotechnikai adatok statisztikai értékelése és értelmezése volt, amely elsősorban a tervezést szolgálta. A munka eredményeit a Geotechnikai Értelmező Jelentés [2] és a hozzá kapcsolódó statisztikai feldolgozásokat közlő jelentés foglalták össze [3]. Az adatok validálását a korábbi jelentésekben elvégzett munkák biztosították, amelyek útmutatóul szolgáltak és növelték az adatok megbízhatóságát. Kétféle adatrendszer vizsgálatát tartottuk szükségesnek, ezért elkészült mind a fúrásokhoz kapcsolódó geotechnikai minősítés, mind a fúrómagmintákon elvégzett laboratóriumi mérések eredményeinek leíró statisztikai és korrelációs jellemzése.

A kőzettest osztályozás eredményei alapján az aplit és a trachandezit szignifikánsan nem különböznek egymástól, amit a teléres megjelenés indokolhat. Ugyanígy hasonló értékekkel jellemezhetők a kontaminált monzonit, a kontaminált monzogranit és kőzettani szempontból egy RMR szakaszon belül (1-3 m) a vegyes típusú csoportok átlagai is. Tehát a kőzettanilag hibridnek mondható kőzettípusok az RMR osztályozás alapján nem különülnek el. A vizsgálatok szerint geotechnikai szempontból lényegében négy csoportra különül el a Mórágvi Gránit Formáció: monzogranitra, monzonitra, a kettő keveredésével létrejött kőzetek csoportjára és a teléres megjelenésű kőzetekre [3].

## **2. Kőzetmechanikai laboratóriumi eredmények értelmezése**

Bár az eloszlások különböznek – elsősorban akkor, ha a monzonit és a monzogranit típusú kőzeteket kezeljük külön dominanciával –, a kőzettípusok lényegében nem ismerhetők



fel az egyes laboratóriumi vizsgálati típusokon belül a diszkriminancia analízis lapján. A monzogránit laboratóriumi vizsgálati eredményei számosabbak, ezért a statisztikai populáció jellemzői általában véve a monzogránit jellemzőit tükrözi. A szilárdsági, rugalmassági és közettest osztályozási vizsgálatok alapján a monzonit típusú minták magasabb eredményeket értek el. Az összes vizsgálat eredményei alapján kijelenthető, hogy létezik a közettani sávokhoz köthető elkülönülés, de a két kőzettípus keveredésével létrejött típusokon belül nehéz különálló, egyértelmű csoportokat találni, és az azonos közettani összetételű minták is nagyon eltérőek lehetnek.

### **3. Alagutak körül kialakuló kőzetékek modellezése**

#### **3.1. Az Unwedge szoftverről és a kialakuló kőzetékekről röviden**

A Rocscience termékcsalád Unwedge szoftverét a föld alatti üregrendszerek körül kialakuló kőzetékek vizsgálatára fejlesztették ki. A szoftverrel elvégezhető analízis célja, hogy az alagúttervezés és - kivitelezés számára a biztosítószerkezet optimalizálásához adatokat szolgáltatson, elsősorban a közethorgonyok optimális kiosztására vonatkozóan. A modell egyik eredményeként a kőzetékek nagyságáról és veszélyességéről kapunk információt [5]. Jelen előadásban csak a modellezés bemenő paramétereinek meghatározásához elvégzett törésirány és kitöltőanyag-vastagság elemzések eredményeivel foglalkozunk.

Az Unwedge modellezést a törések elemzése előzi meg. Ez elsősorban a törések orientációjának vizsgálata, amely meghatározza, hogy milyen törésirány-kombinációk alakíthatnak ki kőzetékeket. A szoftver a repedésfelületek nyírószilárdságának modellezését is igényeli. Így a törésfelületek érdekessége és a kitöltőanyag minősége és vastagsága hangsúlyos szerepet kap a modellezésben. Mivel a modellezés során minél realisabb képet szeretnénk volna kapni, ezért elvégeztük a rendelkezésünkre álló terepi információk részletes értékelését. A törésirányok elemzését a Rocscience, Dips programja segítségével készítettük el. A modellezés alapvető célja volt, hogy a valóságot minél jobban leképezve kellően konzervatív maradjon. A törésfelületek kitöltőanyag-vastagságát csak leíró statisztikai módszerekkel vizsgáltuk, az Excel program segítségével.

#### **3.2. Töréshosszak elemzése**

A törésgeometriai viszonyok vizsgálatával egy valósághoz közelebb álló geometriai paraméterezést szeretnénk volna megadni. Ezért elsősorban a vágatléptékben fontos töréshosszak vizsgálatára koncentráltunk. A geotechnikai és a geológiai vágatdokumentálás értékelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy a törések gyakorisága és a dokumentált töréshosszak miatt a Mórági Gránitban ritkán alakulhatnak ki nagyobb ékek. A geológiai térképezés eredményei alapján [4], a vágat stabilitását meghatározó ékek tekintetében a törések folytonossága nem haladja meg a 30 métert az I. kamramező területén.

#### **3.3. Törések orientációjának vizsgálata**

A törésorientációs vizsgálatokat számos megközelítéssel elvégeztük. Elsőként a földtani sávosság és tektonikai szerkezetek által behatárolt területen előállt adatrendszerrel dolgoztunk, ahol elsődleges szempont volt a teljes adatrendszer jellemzése. Ez a vizsgálat adta a kőzetékek modellezésének bemenő orientációs paramétereit. Következő lépésben a

teljes adatrendszer szűkítettük tovább, úgy hogy a leválogatás egyik szempontja a repedéskitöltő anyagok dokumentált összvastagsága volt, a másik, hogy a repedés tartalmazott-e agyagot. Ezt a későbbi modellfelépítéshez felhasználtuk. Az elemzést a tárolókamrák szintjében megismert jellemző földtani pászták és tektonikai szerkezetek figyelembe vételével végeztük el. A törések orientációját vizsgáltuk a kitöltőanyag-vastagságok függvényében is, így a vágatdokumentációs jelentések eredményeit alátámasztva kijelenthetjük, hogy a kettő között kapcsolat van. Eredményeink alapján az agyagtartalmú törések orientációja a repedések kitöltőanyag-vastagságának függvényében eltérhet. Az eredményekből kiindulva állítottuk fel a törésfelületek nyírószilárdságának modelljeit.

#### 4. Összefoglaló megállapítás

Kijelenthető, hogy a geotechnikai vizsgálatok eredményeiben különbség mutatkozik mélység és területi elkülönítés szerint is. A különbségek látszólag a nagyobb kőzettani pászták szerint rendeződnek és a nagyobb tektonikai szerkezetek által is befolyásoltak.

#### 5. Köszönetnyilvánítás

A szerzők szeretnék kifejezni hálájukat a konferenciaszervezőknek az előadás kivonatának elkészítése során nyújtott segítségükért és türelmükért, Dr. Geiger János egyetemi docensnek, a statisztikai feldolgozásokban nyújtott segítségért, valamint a Radioaktív Hulladékkezelő Közhasznú Nonprofit Kft-nek az előadás engedélyezéséért.

#### Irodalom

- [1] Dr. Geiger J. (SZTE), Kovács L., Deák F., Somodi G. (Kőmérő Kft.), (2009): A Bátaapáti kőzetmechanikai mérések matematikai statisztikai feldolgozása. – Szeged-Pécs, 2009. május. Kézirat, RHK Kft. Irattára, Paks. RHK-K-077/09.
- [2] Kovács L., Deák F., Somodi G., Mészáros E., Máté K., Jakab A. (Kőmérő Kft.); Vásárhelyi B. (Vásárhelyi és Társa Kft.); Geiger J. (SZTE); Dankó Gy., Korpai F., Mező Gy., Darvas K. (Golder Zrt.); Ván P., Fülöp T., Asszonyi Cs. (Montavid Termodinamikai Kutatócsoport) (2012): A Geotechnikai Értelmező Jelentés (GÉJ) felülvizsgálata és kiterjesztése. Kézirat, Paks, RHK KFT. RHK-K-033/12.
- [3] Somodi G., Kovács L., Máté K. (Kőmérő Kft.), Dr. Geiger J. (SZTE), (2013): A Geotechnikai Értelmező Jelentés (GÉJ) felülvizsgálatát és kiterjesztését megalapozó geostatisztikai vizsgálatok. Kézirat. 2013. február, Pécs-Szeged, RHK Kft. Irattár, Paks. RHK-K031/12.



[4] Szebényi G., Török P., András E., Szamos I. (Mecsekérc Zrt.), Gyalog L., Borsody J., Fűri J., Gulácsi Z., Maros G. (MÁFI) Deák F., Jakab A., Kovács L., Máté K. (Kőmérő Kft.), (2011): Az NRHT I-K1 és I-K2 tárolókamra kivitelezés vágatdokumentációs jelentése. Kézirat - Mecsekérc Zrt., RHK Kft. Irattár, RHK-K-075/11.

[5] [www.rocscience.com](http://www.rocscience.com)